

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**MOTOR-DRIVEN POWER STEERING APPARATUS**

Patent Number: JP2000238652  
Publication date: 2000-09-05  
Inventor(s): HAYASHI YOSHITAKA  
Applicant(s): DENSO CORP  
Requested Patent: ☐ JP2000238652  
Application: JP19990042170  
Priority Number(s):  
IPC Classification: B62D6/00; B62D5/04  
EC Classification:  
Equivalents:

**Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress cost-up to the minimum, while reducing a work load for returning a steering wheel to a neutral position.

**SOLUTION:** This power steering apparatus is provided with a control unit 10 having an operation means 19 for computing a difference between left and right wheel speeds to generate a wheel speed difference signal based on a wheel speed sensor 1 of an ABS, a motor rotation angular velocity estimating means 17 for estimating motor rotation angular velocity based on a voltage and a current of a power assist motor 3, a steering wheel return detecting means 18 for determining the presence of a returning condition based on the respective signals, and a return correcting controlling means 20 for generating a return correcting signal to conduct correct return steering by the assist motor 3 at the time of the returning condition. Since a steering angle sensor or the like is not required to be added newly, cost-up is suppressed to the minimum, while providing excellent return steering feeling.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-238652

(P2000-238652A)

(43) 公開日 平成12年9月5日 (2000.9.5)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 6 2 D 6/00

5/04

// B 6 2 D 101:00

113:00

119:00

識別記号

F I

B 6 2 D 6/00

5/04

テマコード (参考)

3 D 0 3 2

3 D 0 3 3

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平11-42170

(22) 出願日

平成11年2月19日 (1999.2.19)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 林 喜隆

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社  
デンソー内

(74) 代理人 100081776

弁理士 大川 宏

Fターム (参考) 3D032 CC08 CC48 DA15 DA24 DA63

DA64 DA65 DB03 DC07 DC09

DC33 DC34 DD15 DD17 EB08

EB11 EC23 GG15

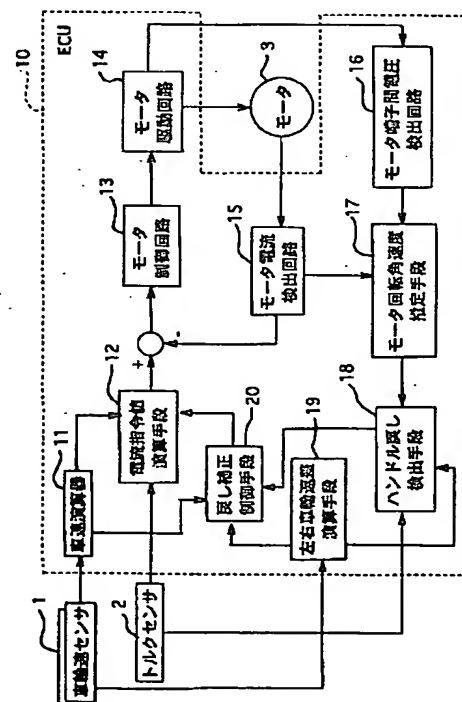
3D033 CA11 CA16 CA20 CA21 CA24

(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 ハンドルを中立位置に戻すためのワークロードが軽減されているが、コストアップを最小限に止めることが可能な電動パワーステアリング装置を提供すること。

【解決手段】 本発明の電動パワーステアリング装置は、制御ユニット10に、ABSの車輪速センサ1から車輪速差信号を生成する左右車輪速差演算手段19と、パワーアシストモータ3の電圧・電流に基づいてモータ回転角速度を推定するモータ回転角速度推定手段17と、各信号に基づいて戻し状態であるか否かを判定するハンドル戻し検出手段18と、戻し状態にある場合にはパワーアシストモータ3に適正な戻し操舵をさせる戻し補正信号を生成する戻し補正制御手段20とをもつ。本構成により良好な戻し操舵感覚が得られながら、新たに操舵角センサ等を付加する必要がないので、コストアップが最小限に止められる。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】左右の各車輪の回転角度位置または回転角速度に関する車輪速信号をそれぞれ生成する左右一対の車輪速センサと、

ステアリングコラムにかかる操舵トルクを検出して操舵トルク信号を生成するトルクセンサと、

この操舵トルクを補強して操舵力を高めるパワーアシストモータと、

これらの車輪速信号のうち少なくとも一方とこの操舵トルク信号とに基づいてこのパワーアシストモータを駆動する制御ユニットと、を有する電動パワーステアリング装置において、

前記制御ユニットは、

両前記車輪速信号に基づいて左右の各前記車輪の速度差を示す車輪速差信号を生成する左右車輪速差演算手段と、

前記パワーアシストモータに加えられるモータ端子間電圧とモータ電流検出値とに基づいてモータ回転角速度を推定するモータ回転角速度推定手段と、

前記操舵トルク信号とこの車輪速差信号とこのモータ回転角速度とに基づいてハンドルが戻し状態にあるか否かを判定するハンドル戻し検出手段と、

このハンドル戻し検出手段によってハンドルが戻し状態にあると判定された場合には、前記パワーアシストモータに適正な戻し操舵をさせる戻し補正信号を生成する戻し補正制御手段と、を有することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気自動車等の車両に装備される電動パワーステアリング装置の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】自動車の操舵装置では、一方に切られたハンドル（ステアリングホイール）から運転者が手を離すなり操舵力を抜くなりして、自然に操舵車輪が中立位置に戻す操作が通常行われてきた。ところが通常の電動パワーステアリング装置では、自然に操舵車輪が中立位置に戻るのを期待していると、特に低速時にはハンドルが戻りにくいという不都合があった。これは、路面から各操舵車輪にかかる力により自然にハンドルが戻ろうとする際に、パワーアシストモータおよびその減速機がもつ慣性モーメントおよび摩擦抵抗などの影響に起因している。その結果、運転者がハンドルから手を離しても、ハンドルの戻りが遅かったり、ハンドルが中立位置まで戻りきらなかったりするので、運転者は積極的にハンドルを中立位置にまで戻す操作をしなければならず、ワークロードが大きかった。

【0003】このような不都合を解消する目的で、特開平3-11944号公報には、ハンドルを一方に切るト

ルクを弱めると、直ちに戻し操舵が自動的に行われて操舵車輪が中立位置に戻る電動パワーステアリング装置が開示されている。すなわち、同公報の電動パワーステアリング装置には、ステアリングラック軸の左右位置を検出することにより直接的に操舵車輪の操舵角を検出する舵角センサが装備されている。そして、ステアリングコラムにかかる操舵トルクの急激な減少によってハンドルが戻し状態にあると判定された場合には、積極的にパワーアシストモータが駆動され、操舵車輪は速やかに中立位置に戻されるようになっている。その結果、同公報の技術によれば、ハンドルを中立位置に戻すための積極的な運転操作を行うことが不要になり、運転者のワークロードが軽減されるという効果がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記公報の技術では、通常の電動パワーステアリング装置のハードウェア構成に加えて、操舵車輪の操舵角を検出するための舵角センサが必要とされるので、その分のコストアップは不可避であった。そこで本発明は、ハンドルを中立位置に戻すためのワークロードが軽減されていながら、コストアップを最小限に止めることが可能な電動パワーステアリング装置を提供することを解決すべき課題とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、発明者は以下の手段を発明した。

（第1手段）本発明の第1手段は、請求項1記載の電動パワーステアリング装置である。本手段では、制御ユニットは、車輪速センサからの左右一対の車輪速信号と、トルクセンサからの操舵トルク信号とに基づいて、パワーアシストモータを駆動する作用を有する。この作用を発揮するために、制御ユニットは、左右車輪速差演算手段、モータ回転角速度推定手段、ハンドル戻し検出手段および戻し補正制御手段の四つの演算手段を備えている。

【0006】左右車輪速差演算手段は、左右一対の車輪速信号に基づいた演算を行なって、左右の各車輪の速度差を示す車輪速差信号を生成する数値演算手段である。また、モータ回転角速度推定手段は、パワーアシストモータに加えられるモータ端子間電圧と、そのモータ電流検出値とに基づいて、モータ回転角速度を推定する演算を行う数値演算手段である。一方、ハンドル戻し検出手段は、操舵トルク信号と車輪速差信号とモータ回転角速度とに基づいて、ハンドルが戻し状態にあるか否かを判定する論理演算手段である。さらに、戻し補正制御手段は、このハンドル戻し検出手段によってハンドルが戻し状態にあると判定された場合には、パワーアシストモータに適正な戻し操舵をさせる戻し補正信号を生成する数値演算手段である。これら四つの演算手段が、所定の制御ロジックに従って互に関連しながら作用することに

より、制御ユニットは、ハンドルが戻し状態にある場合には、適正な戻し操舵をさせるように、パワーアシストモータを駆動することができる。

【0007】すなわち、これら四つの演算手段は、ECU等の制御ユニット内に装備されているマイクロコンピュータのソフトウェアを改修する等のマイナーチェンジによって実現可能である。それゆえ、本手段では、操舵角センサ等のハードウェアを新たに装備することが必要がなくなり、その分のコストアップがなくなる。それでいて、本手段の電動パワーステアリング装置によれば、ハンドルを中立位置に戻すためのワークロードを軽減することができる。

【0008】したがって、本手段の電動パワーステアリング装置によれば、ハンドルを中立位置に戻すためのワークロードが軽減されているが、コストアップを最小限に止めることができるという効果がある。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の電動パワーステアリング装置の実施の形態については、当業者に実施可能な理解が得られるよう、以下の実施例で明確かつ十分に説明する。

【実施例1】

（実施例1の構成）本発明の実施例1としての電動パワーステアリング装置は、電気自動車用の操舵装置であって、図1に示すように、左右一対の車輪速センサ1、トルクセンサ2、制御ユニット10およびパワーアシストモータ3とを有する。

【0010】左右一対の車輪速センサ1は、ABSのセンサとしてすでに自動車に標準装備されているデジタル周波数検出用のピックアップであって、左右の各車輪の回転角速度に関する車輪速信号をそれぞれ生成するセンサである。一方、トルクセンサ2は、ステアリングコラムにかかる操舵トルクを検出して操舵トルク信号を生成するセンサである。本実施例の電動パワーステアリング装置は、自動車の状態を検知するセンサとしてはこれら二種類のセンサだけを採用しており、操舵車輪の操舵角度を検出するポテンショメータなどの操舵角センサは、必要としていない。

【0011】パワーアシストモータ3は、制御ユニット10によって適正に制御されながら駆動され、運転者がハンドルにかかる操舵トルクを補強して、操舵車輪に舵角を与える操舵力を高める直流モータである。一方、制御ユニット10は、前述の左右一対の車輪速信号と操舵トルク信号とに基づいて、パワーアシストモータを適正に駆動するECUである。

【0012】すなわち、制御ユニット10は、車速演算器11、電流指令値演算手段12、モータ制御回路13、モータ駆動回路14、モータ電流検出回路15、モータ端子間電圧検出回路16、モータ回転角速度推定手段17、ハンドル戻し検出手段18、左右車輪速差演算

手段19および戻し補正制御手段20を内蔵している。これらの構成要素のうち、車速演算器11、電流指令値演算手段12、モータ制御回路13、モータ駆動回路14、モータ電流検出回路15およびモータ端子間電圧検出回路16は、普通の電動パワーステアリング装置がもっているものと基本的に同じであるので、詳しい説明は省略する。

【0013】また、電流指令値演算手段12、モータ回転角速度推定手段17、ハンドル戻し検出手段18、左右車輪速差演算手段19および戻し補正制御手段20は、制御ユニット10に内蔵されているマイクロコンピュータ（図略）によってそれぞれ実現されるデジタル演算手段である。すなわち、左右車輪速差演算手段19は、左右一対の車輪速信号に基づいた演算を行なって、左右の各車輪の速度差を示す車輪速差信号を生成する数値演算手段である。また、モータ回転角速度推定手段17は、パワーアシストモータ3に加えられるモータ端子間電圧と、そのモータ電流検出値とに基づいて、モータ回転角速度を推定する演算を行う数値演算手段である。一方、ハンドル戻し検出手段18は、操舵トルク信号と車輪速差信号とモータ回転角速度とに基づいて、ハンドルが戻し状態にあるか否かを判定する論理演算手段である。さらに、戻し補正制御手段20は、このハンドル戻し検出手段によってハンドルが戻し状態にあると判定された場合には、パワーアシストモータ3に適正な戻し操舵をさせる戻し補正信号を生成する数値演算手段である。

【0014】本実施例の電動パワーステアリング装置における各種信号の入出力は、図1に示す通りであるが、本実施例の特徴的な部分については後ほど作用効果の項で説明する。

（実施例1の作用効果）本実施例の電動パワーステアリング装置は、以上のように構成されているので、以下のような作用効果を発揮する。読者におかれては、図1を参照しつつ読み進められたい。

【0015】左右車輪速差演算手段19は、前述の左右一対の車輪速センサ1からのパルス信号の間隔をパルスカウンタで計測することにより、左右一対の車輪速信号に基づいた演算を行なって、左右の各車輪の速度差を示す車輪速差信号を生成する。すなわち、自動車が左右の一方に旋回中には左右の車輪の回転速度の差が生じるので、左右車輪速差演算手段19は、その差を検出して数値演算を行うことにより、左右の各車輪の速度差を示す車輪速差信号を生成する。

【0016】また、モータ回転角速度推定手段17は、パワーアシストモータ3に加えられるモータ端子間電圧と、そのモータ電流検出値とに基づいて、モータ回転角速度を推定する数値演算を行う。ここで、モータ端子間電圧は、モータ駆動回路14に付属しているモータ端子間電圧検出回路16によって検出され、A/D変換器を

介してモータ回転角速度推定手段17に入力される。一方、モータ電流検出値は、モータ制御回路13等と共にマイナー・フィードバックループを形成しているモータ電流検出回路15によって計測され、やはりA/D変換器を介してモータ回転角速度推定手段17に入力される。

【0017】モータ回転角速度推定手段17によって算定されたモータ回転角速度信号は、ハンドル戻し検出手段18に伝達される。ハンドル戻し検出手段18にはまた、前述の左右車輪速差演算手段19によって算出された車輪速差信号と、前述のトルクセンサ2からのトルク信号とが、それぞれ入力される。ハンドル戻し検出手段18は、操舵トルク信号と車輪速差信号とモータ回転角速度信号とに基づいて、論理演算を行い、ハンドルが戻し状態にあるか否かを判定する論理演算を行う。ハンドル戻し検出手段18によるこの判定結果は、左右車輪速差演算手段19によって算出された車輪速差信号と、車速演算器11により計測された車速信号とに並行して、戻し補正制御手段20に供給される。

【0018】最後に、戻し補正制御手段20は、前述のようにハンドル戻し検出手段18によってハンドルが戻し状態にあると判定された場合には、数値演算を行い、パワーアシストモータ3に適正な戻し操舵をさせる戻し補正信号を生成する。この数値演算は、車速演算器11によって測定された車速信号と、左右車輪速差演算手段19によって算出された車輪速差信号とに基づき、所定の演算ロジックに従ってなされ、適正な戻し補正信号が生成される。

【0019】このようにして戻し補正制御手段20によって生成された戻し補正信号は、電流指令値演算手段12に提供される。その結果、電流指令値演算手段12では、トルクセンサ2からのトルク信号と、車速演算器11からの車速信号と、戻し補正制御手段20からの戻し補正信号とに基づき、適正な電流指令値が算出されて戻し操舵がスムーズに行われるようになる。

【0020】以上の作用のうち、モータ回転角速度推定手段17、左右車輪速差演算手段19およびハンドル戻し検出手段18の作用について、図2のフローチャートを参照しつつより具体的に説明する。すなわち、まず処理ステップS1で、各種入力データが、制御ユニット10のマイクロコンピュータ（図略）に読み込まれる。これらの入力データは、トルクセンサ2からの操舵トルク値、モータ電流検出回路15からのモータ電流検出値、モータ端子間電圧検出回路16からのモータ端子間電圧値、並びに車輪速センサ1からの右車輪速度および左車輪速度である。

【0021】次に処理ステップS2では、同ステップのブロックに記載された数式に従って、モータ回転角速度推定手段17によるモータ回転角速度の数値演算が行われ、モータ回転角速度信号 $\theta \dot{\phantom{x}}$ が算出される。さら

に、処理ステップS3では、同ステップのブロックに記載された数式に従って数値演算が行われ、左右車輪速差演算手段19による左右の車輪の速度差を示す車輪速差信号 $V_{rdif}$ が算出される。ここで、左右車輪速差補正值 $V_{ost}$ は、左右の車輪の空気圧の差などに起因して直進状態でも生じる左右の車輪速差を補正するための補正值であり、学習演算により自動的に調整されて設定される値である。

【0022】以下、ステップS4～S10は、ハンドル戻し検出手段18による論理演算のロジックを示す部分である。すなわち、判断ステップS4では、まず、前回のハンドル戻し検出手段18の論理演算でハンドル戻し制御フラグがセットされているか、あるいは逆にリセットされているかが判定される。ここで、ハンドル戻し制御フラグがセットされている状態は、ハンドルが戻し状態にあることを示し、逆に、ハンドル戻し制御フラグがリセットされている状態は、ハンドルが戻し状態にはないことを示す。それゆえ、前回のハンドル戻し検出手段18による論理演算の結果、ハンドル戻し制御フラグがリセットされおりハンドルが戻し状態にはないと判定されていた場合には、判断ステップS5以下に進み、新たに戻し状態になっていないかが判定される。

【0023】判断ステップS5では、操舵トルク信号 $T_s$ とパワーアシストモータ3の回転方向とが一致しているか、あるいは逆になっているかが判定される。両者が一致している場合には、ハンドルは依然として戻し状態にないものと判定され、ハンドル戻し制御フラグはそのままルーチンが終了する。逆に、両者が正負逆になっている場合には、パワーアシストモータ3の回転方向とハンドルにかかっている操舵トルク $T_s$ とが逆になっているわけであるから、戻し状態になっている可能性ありと判定され、次の判断ステップS6にロジックは進む。なお、パワーアシストモータ3が静止しており、操舵トルク $T_s$ が正負いずれかである場合にも、戻し状態になっている可能性ありと判定され、次の判断ステップS6にロジックは進む。

【0024】次の判断ステップS6では、車輪速差信号 $V_{rdif}$ の絶対値が規定値（1 km/h弱程度）を越えているかが判定され、自動車が旋回状態にあるか否かの判定がなされる。すなわち、車輪速差信号 $V_{rdif}$ の絶対値が規定値を越えてなければ、自動車は旋回状態ではなくほぼ直進状態であるものと判定され、戻し状態にはないので、ハンドル戻し制御フラグをそのままにしてルーチンを終了する。逆に、車輪速差信号 $V_{rdif}$ の絶対値が規定値を越えている場合には、自動車は旋回状態にあるものと判定され、戻し状態である可能性が高いと判定されて、次の判断ステップS7にロジックは進む。

【0025】判断ステップS7では、前述の判断ステップS5および判断ステップS6の判定がごく短時間の所定時間中に保たれているか否かが判定される。これは、

操舵トルク $T_s$ が瞬間的に戻し操作側の符号になっただけで戻し状態にあると判定すると、ハンドルの微動等を拾ってしまい、判定を誤る可能性があるからである。それゆえ、所定時間の間、判断ステップS5および判断ステップS6の判定が維持されているか否かが判定される。その結果、同判定が維持されていないようであれば、処理ステップS11で所定時間カウンタがリセットされ、ハンドル戻し制御フラグをそのまま（リセット状態のまま）にしてルーチンは終了する。逆に、判断ステップS5および判断ステップS6の判定が維持されており、戻し状態になったと判断ステップS7で判定された場合には、次の処理ステップS8でハンドル戻し制御フラグがセットされ、戻し状態にあるとの認識がなされる。

【0026】一方、前述の判断ステップS4において、前回のハンドル戻し検出手段18の論理演算でハンドル戻し制御フラグがセットされており、ハンドルが戻し状態にあったと判定された場合には、判断ステップS9へとロジックは進む。判断ステップS9では、車輪速差信号 $V_{rdif}$ の絶対値が前述の規定値以内であるか否かが判定される。同絶対値が規定値以内でない場合には、自動車は旋回状態にあるわけであるから、依然としてハンドルは戻し状態にあるものと判定され、ハンドル戻し制御フラグはリセットされることなくルーチンは終了する。逆に、同絶対値が規定値以内にある場合には、自動車は旋回状態を終え直進状態に復帰しているわけである。それゆえ、この場合には、ハンドルはすでに中立状態にあり戻し状態を脱していると判定され、ハンドル戻し制御フラグはリセットされてルーチンが終了する。

【0027】このようなハンドルが戻し状態にあるか否かの判定が、ハンドル戻し検出手段18で行われた後、戻し状態である場合には、戻し補正制御手段20により適正な戻し補正信号が算出されて、電流指令値演算手段12に伝達される。その結果、前述のように、電流指令値演算手段12では、トルクセンサ2からのトルク信号と、車速演算器11からの車速信号と、戻し補正制御手段20からの戻し補正信号とに基づき、適正な電流指令値が算出されて戻し操舵がスムーズに行われるよう

になる。

【0028】以上詳述したように、制御ユニット10に内蔵されたマイクロコンピュータにおいて各演算手段が作用し、制御ユニット10は、ハンドルが戻し状態にある場合には適正な戻し操舵をさせるように、パワーアシストモータ3を駆動することができる。すなわち、本実施例の電動パワーステアリング装置は、すでに電気自動車に装備されている制御ユニット（ECU）10内に装備されているマイクロコンピュータのソフトウェアを改修する等のマイナーチェンジによって実現可能である。それゆえ、本実施例では、電気自動車に標準装備されているABSの車輪速センサ1を利用することによって、操舵角センサ等のハードウェアを新たに装備すること必要がなくなり、その分のコストアップがなくなる。それでいて、本実施例によれば、ハンドルを中立位置に戻すための運転者のワークロードを軽減することができる。

【0029】したがって、本実施例の電動パワーステアリング装置によれば、ハンドルを中立位置に戻すためのワークロードが軽減されていながら、コストアップを最小限に抑制することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

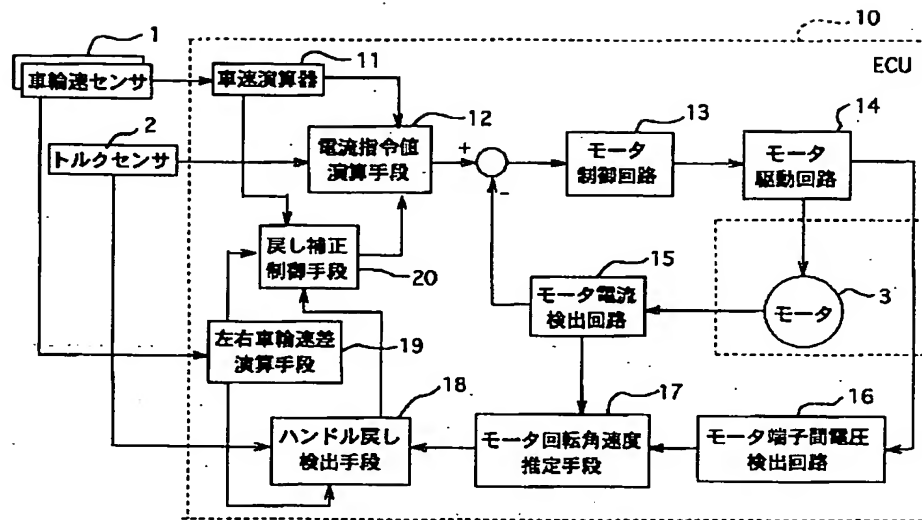
【図1】 実施例1の電動パワーステアリング装置の構成を示すブロック図

【図2】 実施例1でのステアリング戻し制御の主要な作用を示す流れ図

【符号の説明】

- 1：車輪速センサ（左右一対）
- 2：トルクセンサ（ステアリングコラムに装備）
- 3：パワーアシストモータ（直流モータ）
- 10：制御ユニット（ECU）
- 11：車速演算器      12：電流指令値演算手段
- 13：モータ制御回路      14：モータ駆動回路
- 15：モータ電流検出回路      16：モータ端子間電圧検出回路
- 17：モータ回転角速度推定手段      18：ハンドル戻し検出手段
- 19：左右車輪速差演算手段      20：戻し補正制御手段

【図1】





【図2】

